**Optimisation de la Liaison Tracteur-Outil**

Document Travail (DT 1/1)

Document Ressources (Film, support de cours « Liaison tracteur-outil »)

Document Réponses (DR 1/6)

**DOCUMENT DE TRAVAIL**

**Mise en situation**

En tant que spécialiste de la mécanisation agricole, vous êtes sollicité pour apporter votre expertise technique auprès d’un groupement d’agriculteurs afin de raisonner et optimiser l’utilisation d’agroéquipements faisant partie d’un parc machines. Votre attention se porte plus précisément sur un ensemble « tracteur-charrue » dont vous vous proposez d’apporter, sous la forme d’un rapport d’expertise, des préconisations d’un point de vue technologique, économique et agronomiques. Afin d’élaborer convenablement ce rapport d’expertise, vous aurez préalablement à mobiliser vos connaissances en mécanique du solide appliquée aux agroéquipements et à réaliser des calculs convoquant ces principes de base. Les résultats de ces calculs vous permettront alors de justifier vos recommandations autour de ces 3 enjeux. La finalité de ce document de travail est donc de vous aider à formaliser votre démarche scientifique et technique.

**Travail demandé**

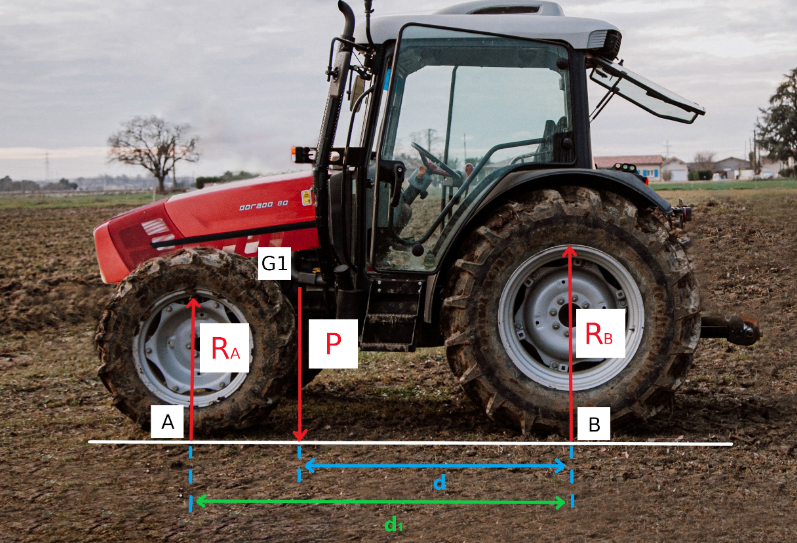
A l’aide du film accompagnant cette ressource et des supports de cours, vous aurez à :

1. Vérifier par le calcul et directement sur ce document la cohérence des résultats énoncés. Au fur et à mesure du déroulement du film, un logo apparaîtra alors permettant de vous guider étape par étape.
2. Rédiger, à partir des résultats précédents, un rapport d’expertise de 3 pages maximum avec un ensemble de recommandations permettant une utilisation raisonnée de cet agroéquipement dans une perspective dite « agroécologique », c’est à dire visant une triple performance (économique, environnementale et sociale).

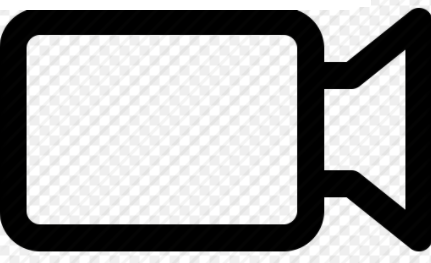
DT 1/1

**DOCUMENT REPONSES**

1. **Etape 1 : Détermination du centre de gravité du tracteur (tracteur seul)**



**12min 12 sec**

****

* **P = 3320 daN**
* **RA = 1400 daN**

**Utilisation du Principe Fondamentale de la Statique (PFS)**

ΣMB (Fext) = 0

Sur l’axe z :

MtB(RA) + MtB(P)+ MtB(RB)=0

-RA x d1 + Pxd +0=0

* **D1 = 2,10m**
* **RB = 1920 daN**

**Application numérique :**

-1400x2,1 +3320xd = 0

d=0,89

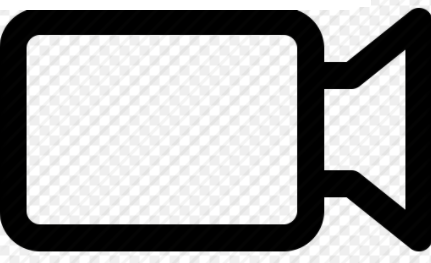
Le centre de gravité est donc situé à 0,89m de l’essieu arrière ou à 1,21m de l’essieu avant.

DR 1/

**Etape 2 Détermination du centre de gravité de la charrue**

****

**13min24sec**

****

* **Ptotal= 3860 daN**
* **Ptracteur= 3320 daN**
* **RA = 900 daN**

**Utilisation du PFS pour déterminer d2.**

ΣMtB (Fext) = 0

sur l’axe z :

MtB(RA)+ MtB(P)+ MtB(RB) + MtB(Pcharrue)=0

-RAxd1+Pxd + 0 - Pcharruexd2 = 0

* **RB = 2960 daN**
* **d=0,89m**
* **d1=2,10m**

**Application numérique :**

Pcharrue= Ptotal - Ptracteur = 540 daN

Application numérique :

-900x2,10+3320x0,89+0-540xd2=0

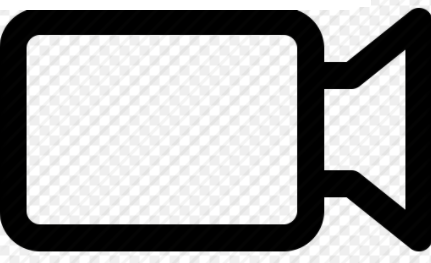
La distance d2= 1,97m

**Etape 3 : calcul des masses sur le porte-masse avant pour obtenir une répartition de l’ordre de 30-70 au transport.**

Pour ce cas d’étude : application numérique avec une répartition de 27% sur le pont avant et 73% sur le pont arrière correspondant à des conditions de transport de la charrue sur route en sécurité.



**14min19sec**

****

* **Pcharrue= 540 daN**
* **P= 3320 daN**
* **RA = 900 daN**
* **RB = 2960 daN**
* **d=0,89m**
* **d1=2,10m**
* **d2= 1,97m**
* **d3=0,90m**

Calcul des masses sur le porte-masse avant. On prendra une répartition 27/73 ( pont AV/ pont AR) correspondant à un transport en sécurité.

RA = 0,27 (Pmasses + Ptracteur + P charrue)

**Utilisation du PFS pour déterminer Pmasses.**

ΣMtB (Fext) = 0

MtB(Pmasses) + MtB(RA) + MtB(Ptracteur) + MtB(RB) + MtB(Pcharrue) = 0

Pmasses(d3+d1)-RAxd1+Pxd+0-Pcharruexd2 =0

On injecte RA = 0,27 (Pmasses + P+ P charrue) dans le calcul des moments et on obtient :

Pmasses(d3+d1)-(0,27xPmasses +P+Pcharrue)xd1+Pxd+0-Pcharruexd2 =0

Pmasses=[0,27xd1(P+Pcharrue)-Pxd+Pcharruexd2]/[(d1+d3-0,27xd1)]

**Application numérique**

Pmasses=[0,27x2,1(3320+540)-3320x0,89+540x1,97]/[(2,10+0,9-0,27x2,1)]

Pmasses=122,3 daN

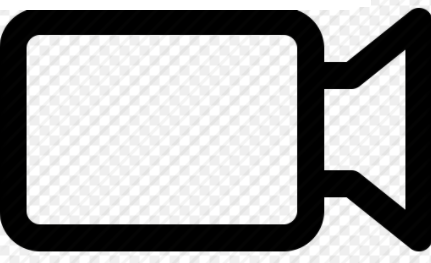
Nous mettrons 120 daN sur le porte-masse correspondant à 3 masses de 40 Kg chacune.

**Etape 4 Influence de l’effort de traction sur la répartition des masses :**

Cas d’un attelage 3 points en convergence longue préconisé pour un tracteur 4RM. Le centre de traction I est situé en avant de l’axe du pont avant.

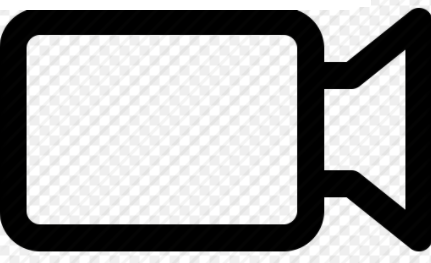


**15min34sec**

****

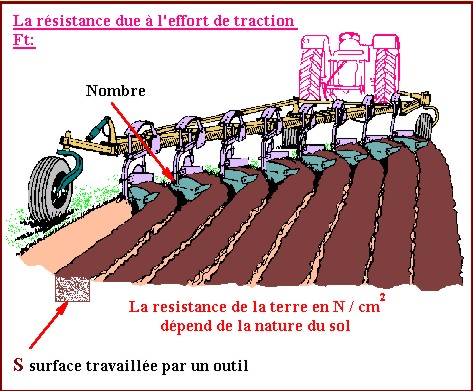
* **Pcharrue= 540 daN**
* **Ptotal= 3320 daN**
* **Pmasses= 122daN**
* **d=0,89m**
* **d1=2,10m**
* **d2= 1,97m**
* **d3=0,90m**
* **α=5°**

**Etape 4.1. Estimation de l’effort de résistance du sol à la traction Ftraction**

****

**9min 51 sec**

**Ft : Effort de résistance du sol à la traction**

****

Source : XXXXX

* **Charrue 14 pouces 2 corps**
* **Rt: résistance à la traction en sol limono-argileux : 6N/cm².**

**Surface de terre découpée par arrachement (horizontalement et verticalement par le soc) :**

Dimension charrue (en pouces) x valeur d’un pouce en cm x nombre de corps x profondeur de labour.

**Calcul de la résistance du sol à la traction pour la quantité de terre déplacée par la charrue**

Ftraction= surface de terre arrachée x résistance de la terre à la traction.

* **Profondeur de labour 25cm**

**Application numérique :**

**Surface de terre découpée par arrachement (horizontalement et verticalement par le soc) :**

14 x 2,54 x 2 x 25 = 1778cm².

La surface découpée est de 1778cm².

**Calcul de la résistance du sol à la traction pour la quantité de terre déplacée par la charrue**

Ft=1778 x 6 = 10668 N/cm²

Ft=1067daN

L’effort de résistance du sol est de 1067daN.

**Etape 4.2. Estimation de l’effort total de traction horizontale FH et verticale FV**

**Estimation de l’effort de roulement** Froulement

Froulement= CR x P

CR, coefficient de roulement estimé à CR=12% sur terre agricole.

P= poids total (4RM)

**Calcul de l’effort total de traction horizontal**

FH= Ftotal + Froulement

**Calcul de l’effort vertical de traction**

FV= FH x tan()

**Application numérique :**

Estimation de l’effort de roulement Froulement

Froulement= 0,12 x (3320+122)= 413 daN

L’effort de roulement est de : 413 daN

Soit un effort total de traction horizontal FH= 1067+413= 1480 daN

FV= 1480 x tan(5) => FV  ~ 130 daN

L’effort vertical de traction FV est d’environ 130 daN

**Etape 4.3. Estimation de l’effort total de traction FTotal**

**Estimation de l’effort de total de traction FTotal,.**

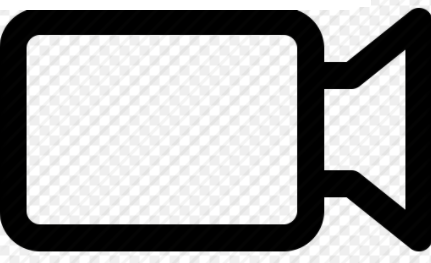
**Application numérique :**

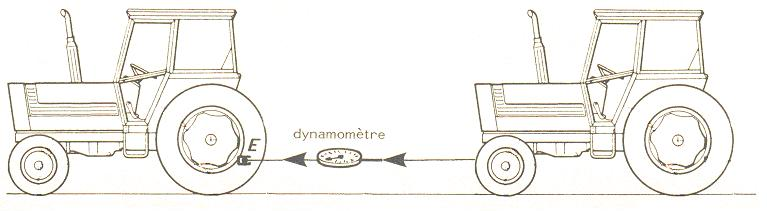
FTotal= => Ftotal= 1485 daN

L’effort total de traction est de 1485 daN.

**Etape 4.4. Estimation de la répartition de charge au travail**

**8min 35sec**

****



F Total Mesuré= 1500 daN F Roulement mesuré= 400 daN

Soit Ftraction= 1100 daN (ce qui cohérent avec les résultats des calculs théoriques)

**Utilisation du PFS pour déterminer RA**

Estimation de RA (estimation du report de charge du à l’effort total de traction)

ΣMtB (Fext) = 0

MtB(Pmasses)+MtB(RA)+ MtB(P)+MtB(RB) +MtB(FV)= 0

Pmassesx(d3+d1)-RAxd1+Pxd+0-FVxd2=0

**Application numérique :**

122x3-RAx2,1+3320x0,89-130x1,97=0

RA=1459 daN

Soit une répartition de charge sur le pont avant de 1459/(3320+122+130) ~ 41%

**Utilisation du PFS pour déterminer RB**

Estimation de RB (pour vérification)

ΣMt A(Fext) = 0

MtA(Pmasses)+MtA(RA)+ MtA(P)+MtA(RB) +MtA(FV)=0

Pmassesxd3+0-Px(d1-d)+RBxd1-FVx(d1+d2)=0

**Application numérique :**

122x0,9 +0-3320x1,21+RBx2,1-130(1,97+2,1)=0

RB=2112,6 daN

Soit une répartition de charge sur le pont avant de 2113/(3320+122+130) ~ 59%

Cette répartition de charge au travail est conforme aux préconisations constructeur (40-60)

***Rapport d’expertise***

* **Résultats obtenus**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Etape 1**  G situé à 0.89m de l’essieu AR | **Etape 2**  Pcharrue= 540daN  Distance essieu AR centre de gravité charrue= 1.97m | **Etape 3**  Pour une répartition 27/73 :  Pmasses=122.3daN  Soit en pratique 3 masses de 40kg chacune. | **Etape4**  **4.1 :**  Ft 1067daN  **4.2**  Froulement= 413 daN  FH=1480daN  FV=130 daN  **4.3**  Ftotal=1485 daN  **4.4**  RA= 1459 daN |

**Un tracteur chargé avec 120 kg sur le porte-masse dans cette configuration, est le bon compromis entre sécurité au transport et performances au travail.**

* **Discuter ces résultats d’un point de vue technique, agronomique, économique, et environnemental.**

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

***Rapport d’expertise***

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………